

Rec'd PCT/PTO 07 JAN 2005

10/520467

PCT/JP03/08423

04.08.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003

WFO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月25日

出願番号
Application Number: 特願2003-121733
[ST. 10/C]: [JP2003-121733]

出願人
Applicant(s): 株式会社安川電機

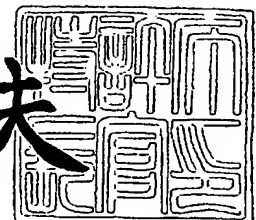
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2003年 9月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-2072057

【書類名】 特許願

【整理番号】 14539

【提出日】 平成15年 4月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02P 7/63

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社
安川電機内

【氏名】 井浦 英昭

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社
安川電機内

【氏名】 末島 賢志

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社
安川電機内

【氏名】 寺園 勝志

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社
安川電機内

【氏名】 沢村 光次郎

【特許出願人】

【識別番号】 000006622

【氏名又は名称】 株式会社安川電機

【代表者】 中山 眞

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013930

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 交流電動機のセンサレス制御方法及び制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号を基に、前記交流電動機の残留電圧の大きさと位相および角速度を求めることにより、フリーラン状態の前記交流電動機の回転方向及び速度を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御方法において、

前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすることを特徴とする交流電動機のセンサレス制御方法。

【請求項 2】 前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすると同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くすることを特徴とする請求項 1 記載の交流電動機のセンサレス制御方法。

【請求項 3】 交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、
前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号を基に、前記交流電動機の残留電圧の大きさと位相および角速度を求めることにより、フリーラン状態の前記交流電動機の回転方向及び速度を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御装置に

において、

前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くする手段を備えたことを特徴とする交流電動機のセンサレス制御装置。

【請求項 4】 前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすると同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くする手段を備えたことを特徴とする請求項 3 記載の交流電動機のセンサレス制御装置。

【請求項 5】 交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御すると共にこの時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号が任意に設定した電圧レベルよりも低い場合には、電流制御することをやめ、任意の方向に任意の大きさの直流電流指令を設定された時間印加し、その後前記直流電圧の指令方向と 180° 位相を変えた方向に任意の大きさの電流指令を与え、設定された時間再び電流制御し、速度推定回路が電流検出値に表れる周波数成分とその位相関係を検出し、この周波数成分を交流電動機の色度と推定して、位相関係からその回転方向を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御方法において、

前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすることを特徴とする交流電動機のセンサレス制御方法。

【請求項 6】 前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすると同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くすることを特徴とする請求項 5 記載の交流電動機のセンサレス制御方法。

【請求項 7】 前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン

時間を短くすると同時に、通常制御時とは別の小さな電流も検出できるような感度の高い電流検出器を用いることを特徴とする請求項 5 または 6 記載の交流電動機のセンサレス制御方法。

【請求項 8】 交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御すると共にこの時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号が任意に設定した電圧レベルよりも低い場合には、電流制御することをやめ、任意の方向に任意の大きさの直流電流指令を設定された時間印加し、その後前記直流電圧の指令方向と 180° 位相を変えた方向に任意の大きさの電流指令を与え、設定された時間再び電流制御する。このとき、速度推定回路が電流検出値に表れる周波数成分とその位相関係を検出し、この周波数成分を交流電動機の色度と推定して、位相関係からその回転方向を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御装置において、

前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くする手段を備えたことを特徴とする交流電動機のセンサレス制御装置。

【請求項 9】 前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くすると同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くする手段を備えたことを特徴とする請求項 8 記載の交流電動機のセンサレス制御装置。

【請求項 10】 前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くすると同時に、通常制御時とは別の小さな電流も検出できる感度の高い電流検出器を備えたことを特徴とする請求項 8 または 9 記載の交流電動機のセンサレス制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は交流電動機を始動する場合に、フリーラン状態の交流電動機の色度を推定して、推定した速度で運転することにより、スムーズに交流電動機を始動することを特徴とする交流電動機のセンサレス制御方法及び装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

特開 2001-161094 では、交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御方法において、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号を基に、前記交流電動機の残留電圧の大きさと位相および角速度を求めることにより、フリーラン状態の前記交流電動機の回転方向及び速度を推定することによりフリーラン状態の前記交流電動機をスムーズに始動する制御方法が開示されている。しかしながら、電流制御器部の応答が悪い場合には、前記交流電動機の電流をゼロにすることが困難となり、前記電力変換器が過電流状態となり、スムーズに始動することができない。また、前記電流指令信号をゼロとして電流制御した時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号が任意に設定した電圧レベルよりも低い場合には、電流制御することをやめ、任意の方向に任意の大きさの直流電流指令を設定された時間印加し、その後前記直流電圧の指令方向と180° 位相を変えた方向に任意の大きさの電流指令を与え、設定された時間再び電流制御し、電流検出値に表れる周波数成分とその位相関係を検出し、この周波数成分を交流電動機の色度と推定して、位相関係からその回転方向を推定する制御方法が開示されている。しかし、前記交流電動機が高速でフリーランしている場合には、電流検出値に現れる周波数の検出分解能が粗くなったり、電流検出値に現れる周波数成分の信号の振幅が小さくなり、周波数を検出できなくなってしまう。

【0003】

【特許文献1】

特開 2001-161094 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は以下の交流電動機のセンサレス制御方法及び装置を提供することを目的とする。(1) 前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御する場合に、電流制御器の応答を高め、前記電力変換器が過電流状態とならないようにし、スムーズに運転継続できるようにする。(2) 交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時にも、前記交流電動機が高速でフリーランしている場合、周波数検出の精度を向上する。(3) 交流電動機が高速でフリーランしている場合でもスムーズに運転継続する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため請求項1記載の発明では、交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号を基に、前記交流電動機の残留電圧の大きさと位相および角速度を求めることにより、フリーラン状態の前記交流電動機の回転方向及び速度を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御方法において、前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすることを特徴とするものである。

【0006】

また請求項2記載の発明では、前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くと同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くすることを特徴とする請求項1記載の交流電動

機のセンサレス制御方法である。

【0007】

また請求項3記載の発明では、交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号を基に、前記交流電動機の残留電圧の大きさと位相および角速度を求めることにより、フリーラン状態の前記交流電動機の回転方向及び速度を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御装置において、前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くする手段を備えたことを特徴とする交流電動機のセンサレス制御装置である。

【0008】

また請求項4記載の発明は、前記交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすると同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くする手段を備えたことを特徴とする請求項3記載の交流電動機のセンサレス制御装置である。

【0009】

また請求項5記載の発明は、交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御すると共にこの時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号が任意に設定した電圧レベルよりも低い場合には、電流制御することをやめ、任意の方向に任意の大きさの直流電流指令を設定された時間印加し、その後前記直流電圧の指令方向と180°位相を変えた方向に任意の大きさの電流指令を与え、設定された時間再び電流制御し、速度推定回路が電流検出値に表れる周波数成分とその位相関係を検出し、この周波数成分を交流電動機の

速度と推定して、位相関係からその回転方向を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御方法において、前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くすることを特徴とする交流電動機のセンサレス制御方法である。

【0 0 1 0】

また請求項 6 記載の発明は、前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くすると同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くすることを特徴とする請求項 5 記載の交流電動機のセンサレス制御方法である。

【0 0 1 1】

また請求項 7 記載の発明は、前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くすると同時に、通常制御時とは別の小さな電流も検出できるような感度の高い電流検出器を用いることを特徴とする請求項 5 または 6 記載の交流電動機のセンサレス制御方法である。

【0 0 1 2】

また請求項 8 記載の発明は、交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御すると共にこの時の前記電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号が任意に設定した電圧レベルよりも低い場合には、電流制御することをやめ、任意の方向に任意の大きさの直流電流指令を設定された時間印加し、その後前記直流電圧の指令方向と 180° 位相を変えた方向に任意の大きさの電流指令を与え、設定された時間再び電流制御する。このとき、速度推定回路が電流検出値に表れる周波数成分とその位相関係を検出し、この周波数成分を交流電動機の色度と推定して、位相関係からその回転方向を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御装置におい

て、前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の手速度及び回転方向を推定している時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くする手段を備えたことを特徴とする交流電動機のセンサレス制御装置である。

【0013】

また請求項9記載の発明は、前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の手速度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くすると同時に、電力変換器のキャリア周波数を高くする手段を備えたことを特徴とする請求項8記載の交流電動機のセンサレス制御装置である。

【0014】

また請求項10記載の発明は、前記交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の手速度及び回転方向を推定している時、通常制御時よりも電流制御の処理のスキヤン時間を短くすると同時に、通常制御時とは別の小さな電流も検出できる感度の高い電流検出器を備えたことを特徴とする請求項8または9記載の交流電動機のセンサレス制御装置である。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。図1は本発明における交流電動機のセンサレス制御装置の第1の実施形態の構成を示すブロック図である。

本実施形態における交流電動機のセンサレス制御装置は、電力変換器1、交流電動機2、電流検出器3、電流座標変換回路4、トルク電流制御回路5、励磁電流制御回路6、位相演算回路7、V/f変換回路8、出力電圧演算回路9、スイッチングパターン発生回路10、速度推定回路11、加算器12を備えている。電力変換器1は、パワー素子により三相交流を変換した直流電圧をPWM制御方式により任意の周波数と電圧の交流に変換し、交流電動機2に供給する。

電流検出器3は、前記交流電動機2に供給される電流を検出し、その電流検出信号を電流座標変換回路4へ入力する。

電流座標変換回路4は、前記電流検出器3で検出された電流をトルク電流検出

値 i_{qfb} と励磁電流検出値 i_{dfb} に分離し、分離したトルク電流検出値 i_{qfb} をトルク電流制御回路5へ入力し、分離した励磁電流検出値 i_{dfb} を励磁電流制御回路6へ入力する。トルク電流制御回路5は、与えられたトルク電流指令値 i_{qref} と前記トルク電流検出値 i_{qfb} とが一致するように第1のq軸電圧指令値 V'_{qref} を演算する。

励磁電流制御回路6は、与えられた励磁電流指令値 i_{dref} と前記励磁電流検出値 i_{dfb} とが一致するようにd軸電圧指令値 V_{dref} を演算する。

位相演算回路7は、入力された周波数 f_1 を積分することにより、位相 θ を演算し、位相 θ を電流座標変換回路4と加算器12へ入力する。

V/f変換回路8は、入力された周波数 f_1 から、交流電動機の誘起電圧に相当する電圧 E_{ref} を演算する。この電圧 E_{ref} は E_{ref}/f_1 =一定値になるように予め設定している。

出力電圧演算回路9は、前記トルク電流制御回路5の出力である第1のq軸電圧指令値 V'_{qref} と前記V/f変換回路8の出力である電圧 E_{ref} を加算し、第2のq軸電圧指令値 V_{qref} を演算し、前記第2のq軸電圧指令値と前記d軸電圧指令値とから、出力電圧指令値 V_{lref} とその電圧位相 θ_V を出力する。

$$V_{lref} = [(V_{dref})^2 + (V_{qref})^2]^{1/2} \quad \dots (1)$$

$$\theta_V = \tan^{-1} (V_{qref}/V_{dref}) \quad \dots (2)$$

スイッチングパターン発生回路10は、前記出力電圧指令値 V_{lref} 及び前記電圧位相 θ_V と前記位相 θ を加算した電力変換器出力位相 θ_{deg} から、電力変換器1のスイッチングパターンを決定する。

速度推定回路11は、前記電圧位相 θ_V の単位時間当りの変化から、フリーラン状態の交流電動機2の速度 f_r とその回転方向を推定する回路である。

【0016】

次に、フリーラン状態になった交流電動機を再始動する場合の動作について詳細に説明する。前記交流電動機2がフリーラン状態の場合、図1の3つのスイッチ13、14、15がA側の通常運転状態から、B側のフリーラン始動状態になる。これにより、トルク電流指令値 $i_{qref}=0$ 及び励磁電流指令値 $i_{dref}=0$ となる。また、通常制御中は出力周波数に応じて、積算される位相も前記交流電動機

がフリーランしているので、基準となる位相がないため、ゼロに固定した状態で、前記交流電動機に流れる電流をゼロに制御する。ここで、前記交流電動機がフリーラン状態の場合、回転速度に応じた誘起電圧を発生する。前記誘起電圧は前記交流電動機 2 の回転速度で回転するため、前記交流電動機 2 の回転速度や誘起電圧の大きさと無関係に前記電力変換器 1 を運転し始めると、前記交流電動機 2 と前記電力変換器 1 との間に電流が流れてしまう。前記トルク電流制御回路 5 及び前記励磁電流制御回路 6 により、電流をゼロに制御すれば、前記交流電動機 2 の誘起電圧と前記電力変換器の出力電圧の大きさ、位相、周波数が一致することになる。このように前記交流電動機に流れる電流をゼロに制御することを零電流制御と呼ぶ。

【0017】

零電流制御時のトルク電流制御回路 5、励磁電流制御回路 6 の出力である第 1 の q 軸電圧指令値 V'_{qref} 、d 軸電圧指令値 V_{dref} は、前記交流電動機 2 の回転速度に一致した周波数の正弦波状の電圧指令値となる。出力電圧演算回路 9 は、前記第 1 の q 軸電圧指令値 V'_{qref} と前記 d 軸電圧指令値 V_{dref} を入力とし、出力電圧指令値 V_{lref} とその電圧位相 θ_v を出力する。前記出力電圧指令値 V_{lref} は前記交流電動機の誘起電圧の大きさを表し、前記電圧位相 θ_v は誘起電圧の位相を表す。このため、この誘起電圧の位相の時間変化を、一定時間毎に測定することで、前記速度推定回路 11 は誘起電圧の周波数を測定する。前記誘起電圧の周波数は、これまでの説明からわかるように、前記交流電動機 2 の回転速度に一致する。このため、フリーラン状態の前記交流電動機 2 の回転速度を推定することができる。前記交流電動機が逆転している場合には、位相の変化率が負になるので、フリーラン状態の交流電動機が正転しているか逆転しているかも推定することができる。このように零電流制御により、前記交流電動機の誘起電圧を観測すれば、交流電動機の回転方向を含めて、回転速度を推定できる。

【0018】

次に、零電流制御を止め通常制御に切り替わる場合における、推定した回転方向及び速度を前記電力変換器に設定方法について説明する。

零電流制御状態から通常運転に移行する場合に、周波数だけ一致させて前記電

力変換器 1 を始動しても、前記交流電動機には過大な電流が流れたりして、スムーズな始動ができない可能性がある。これを防止するためには、零電流制御中の誘起電圧の大きさと位相が通常制御に移行する瞬間にも連続しなければならない。このため、電力変換器の出力電圧指令値 V_{lref} 及び電力変換器出力位相 θ_{deg} 及び出力周波数 f_1 に初期値を設定しなければならない。具体的には、通常運転状態では、前記電力変換器出力位相 θ_{deg} は前記交流電動機 2 の磁束の位相を基準にして制御するが、零電流制御中は、前記交流電動機 2 の誘起電圧と一致するような位相を出力している。このため、零電流制御中においては、通常制御の位相に対して、正転の場合には 90° 位相が進んでいて、逆転の場合には 90° 位相が遅れている。従って、前記電力変換器出力位相 θ_{deg} の初期値は、零電流制御の最後の位相から回転方向に応じて 90° 位相を修正した後、前記速度推定回路 11 が出力する交流電動機 2 の回転速度の推定値 f_r を位相に換算して加えて補正した値を設定する。こうすることにより位相の連続性が保たれる。

また、零電流制御中に出力していた出力電圧指令値 V_{lref} を誘起電圧に設定すれば、出力電圧の連続性が保たれる。このようにして、零電流制御から通常制御にスムーズに移行することができる。

前記交流電動機の誘起電圧を二次回路時定数に従って少しずつ上昇していき、正規の V/f レベルに一致できた時点でフリーラン状態の交流電動機を正常に始動できたと判断して、3つのスイッチがA側に切り替わる。

【0019】

次に本発明である零電流制御中の電流応答を向上するための方法について説明する。フリーラン状態の前記交流電動機を速度を推定するためには、零電流制御時のトルク電流制御回路 5、励磁電流制御回路 6 の出力である第 1 の q 軸電圧指令値 V'_{qref} 、d 軸電圧指令値 V_{dref} が、前記交流電動機の誘起電圧と一致しなければならない。

ここで、トルク電流制御回路 5、励磁電流制御回路 6 が十分な能力を発揮し、前記交流電動機に流れる電流をゼロに制御できる場合には問題とならないが、トルク電流制御回路 5、励磁電流制御回路 6 のゲインが大きくできない場合や前記交流電動機が高速で回転している場合には、大きな誘起電圧が発生しているため

THIS PAGE BLANK (USPTO)

、前記電力変換器を始動した直後に過大な電流が流れ、前記電力変換器がトリップしてスムーズな始動ができないことがある。これを防止するためには、トルク電流制御回路 5、励磁電流制御回路 6 の応答を向上しなければならない。電流制御を処理するスキャン時間が短ければ、その分だけ遅れがなくなるため、指令通りに電流を制御することができる。このため、零電流制御中はその他の演算を省略すれば、通常制御に対して、電流制御するためのスキャン時間を短くできるので、電流制御応答は向上できる。また、零電流制御時に電流制御のスキャン時間を短くしても、電力変換器のスイッチングパターンの作成が遅ければ、電流制御のスキャン時間を短くした効果が半減してしまう。そこで、零電流制御を実施する場合は、電力変換器も高速に動作できるように、その基準となるキャリア周波数を高くすることにより、電流制御応答を向上できる。

このように通常制御時に対して、零電流制御中の電流制御のスキャン時間を短くしたり、電力変換器のキャリア周波数を高くすることで、電流制御応答を向上することができ、零電流制御中に過大な電流が流れ、前記電力変換器がトリップするのを防止して、前記交流電動機をスムーズ再始動することを特徴としている。

【0020】

次に、本発明における交流電動機のセンサレス制御装置の第 2 の実施形態の構成を示すブロック図である図 2 について説明する。

本実施形態における電動機の制御装置は、電力変換器 1、交流電動機 2、電流検出器 3、電流座標変換回路 4、トルク電流制御回路 5、励磁電流制御回路 6、位相演算回路 7、 V/f 変換回路 8、出力電圧演算回路 9、スイッチングパターン発生回路 10、速度推定回路 11B を備えている。速度推定回路 11B 以外は共通であるので、説明を省略する。

速度推定回路 11B は、直流電流印加時のトルク電流検出値 i_{qfb} と励磁電流検出値 i_{dfb} より、フリーラン状態の交流電動機 2 の速度及び回転方向を推定する回路である。

【0021】

次に、フリーラン状態になった交流電動機を再始動する場合の動作について詳

細に説明する。第1の実施形態において、零電流制御中に前記出力電圧演算回路9から出力される出力電圧指令値 V_{lref} が、設定された任意のレベルよりも低い場合には、フリーラン状態の交流電動機がほぼ停止しているためか、二次回路時定数が短いため残留電圧がなくなってしまったか判断できない。そこで、このような状態になった場合には、第1の実施形態での運転を停止して、第2の実施形態での運転に切り替える。

【0022】

図2の3つのスイッチ(13, 15, 16)がA側の通常運転状態から、B側のフリーラン始動状態になる。これにより、トルク電流指令値 $i_{qref}=0$ となる。また、通常制御中は出力周波数に応じて、積算される位相も前記交流電動機がフリーランしているので、基準となる位相がないため、ゼロに固定した状態で、前記交流電動機に流れる電流を制御する。また、前記交流電動機のフリーラン状態のトルク電流検出値 i_{qfb} を用いて、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定するため、第2のq軸電圧指令値 V_{qref} は、ゼロにする。

前記交流電動機を励磁するため、励磁電流指令値 i_{dref} はある設定した値を与え、励磁電流制御回路6で励磁電流検出値 i_{dfb} を励磁電流指令値 i_{dref} に一致させるように設定された時間だけ制御する。その後、励磁電流指令値 i_{dref} の符号と大きさを変更して、設定された時間だけ制御する。

このときフリーラン中の前記交流電動機には、直流電流が印加されたことにより、磁束が発生する。この際に過度的に前記交流電動機のロータに流れる二次電流をトルク電流検出値 i_{qfb} により検出するものである。このトルク電流検出値 i_{qfb} の周波数及び直流電流印加時の位相情報を検出して、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定するものである。

【0023】

前記交流電動機2が正転で回転している場合には、トルク電流検出値 i_{qfb} は図3(a)のように変化する。励磁電流検出値 i_{dfb} の符号が負の場合には、トルク電流検出値 i_{qfb} は位相が 0° から始まる正弦波に変化し、励磁電流検出値 i_{dfb} の符号が正の場合にはトルク電流検出値 i_{qfb} は位相が 180° から始まる正弦波に変化する。このトルク電流検出値 i_{qfb} の正弦波の周波数はフリーラン中の交流電

動機 2 の速度と一致するので、トルク電流検出値 i_{qfb} の周波数を計測することにより、前記交流電動機 2 の速度を検出できる。また、前記交流電動機が逆転している場合には、図 3 (b) のように変化する。励磁電流検出値 i_{dfb} の符号が負の場合には、トルク電流検出値 i_{qfb} は位相が 180° から始まる正弦波に変化し、励磁電流検出値 i_{dfb} の符号が正の場合には、トルク電流検出値 i_{qfb} は位相が 0° から始まる正弦波に変化する。

このように前記交流電動機に直流電流を印加した場合の励磁電流検出値 i_{dfb} 及びトルク電流検出値 i_{qfb} の位相関係とトルク電流検出値 i_{qfb} の周波数を検出することにより速度及び回転方向を推定できる。

【0024】

次に、任意の時間経過後直流電流印加状態から通常制御に切り替わる場合における、推定した回転方向及び速度を前記電力変換器に設定方法について説明する。

この場合、第 1 の実施形態とは異なり、前記交流電動機に誘起電圧がほとんど残っていないため、磁束を改めて作ればよいので、回転方向と周波数を一致させて前記電力変換器 1 を始動すればよい。前記交流電動機の誘起電圧を二次回路時定数に従って少しずつ上昇していき、正規の V/f レベルに一致できた時点でフリーラン状態の交流電動機を正常に始動できたと判断して、3つのスイッチが A 側に切り替わる。

【0025】

次に本発明である直流電流印加中のトルク電流検出値 i_{qfb} の周波数を検出することにより速度を推定する場合の精度を向上する方法について説明する。

前記交流電動機が高速でフリーランしている場合には、図 3 のトルク電流検出値 i_{qfb} の周波数が高くなる。トルク電流検出値 i_{qfb} の周波数の一測定方法として、正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期を測定する方法がある。正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期を測定する際に、電流制御のスキランが遅いと周期の測定精度が荒くなるため、周波数の検出精度も荒くなってしまう。また、高速でフリーランすると、直流電流に対して、前記交流電動機の周波数の差が大きくなるため、この周波数の

差のためにインピーダンスが大きくなり、ロータ側に流れる電流は小さくなってしまふ。このため、トルク電流検出値 i_{qfb} が小さくなり、トルク電流検出値 i_{qfb} の正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期を測定が困難となる。

【0026】

このため、直流電流印加中はその他の演算を省略すれば、通常制御に対して、電流制御するためのスキャン時間を短くできるので、正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期を測定分解能が高くなるため、周波数検出精度が向上できる。また、直流電流を印加中に電流制御のスキャン時間を短くしたり、電力変換器のキャリア周波数を高くすることにより、電流制御応答が向上できるため、励磁電流検出値 i_{dfb} を矩形波状に制御できるので、トルク電流検出値 i_{qfb} に前記交流電動機の二次電流がすべて表れる。また、フリーラン状態の交流電動機の高ければ高いほど、トルク電流検出値 i_{qfb} が小さくなるため、通常の電流検出方法では検出が困難となるので、直流電流印加時には、電流検出回路の検出感度を数倍にして、小さな電流も検出できるようにすれば、高速でフリーランしている場合でも、正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期を測定できるようになる。

【0027】

このように通常制御時に対して、直流電流印加中の電流制御のスキャン時間を短くしたり、電力変換器のキャリア周波数を高くすることで、電流制御応答を向上することができるのと、トルク電流検出値 i_{qfb} の正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期の測定分解能が高くなることから、フリーラン中の交流電動機を正確に測定でき、通常制御時に対して、直流電流印加中の電流検出回路の検出感度を高くすることにより、拘束にフリーランしている場合でも速度検出できるようにすることで、前記交流電動機をスムーズ再始動することを特徴としている。

また、上記実施例では、交流電動機2に流れる電流をトルク電流と励磁電流に分離して、それぞれ独立に制御するベクトル制御を行う電力変換装置として説明したが、 V/f 一定制御を行う電力変換装置においても、フリーラン始動時に交

流電動機に流れる電流をトルク電流と励磁電流に分離して、をそれぞれ独立に制御する電流制御回路を付加すれば、全く同様の処理で本発明を実施することができる。

【0028】

【発明の効果】

本発明によれば、以下の効果がある。

(1) 前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御する場合に、電流制御器の応答を高め、前記電力変換器が過電流状態とならないようにし、スムーズに運転継続できる。

(2) 交流電動機に直流電流指令を与え、前記交流電動機の色度及び回転方向を推定している時にも、前記交流電動機が高速でフリーランしている場合、周波数検出の精度を向上する。

(3) 交流電動機が高速でフリーランしている場合でもスムーズに運転継続できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明における交流電動機のセンサレス制御装置の第1の実施形態の構成を表すブロック図

【図2】 本発明における交流電動機のセンサレス制御装置の第2の実施形態の構成を表すブロック図

【図3】 交流電動機がフリーラン中に直流電流を与えた場合の励磁電流検出値及びトルク電流検出値

【符号の説明】

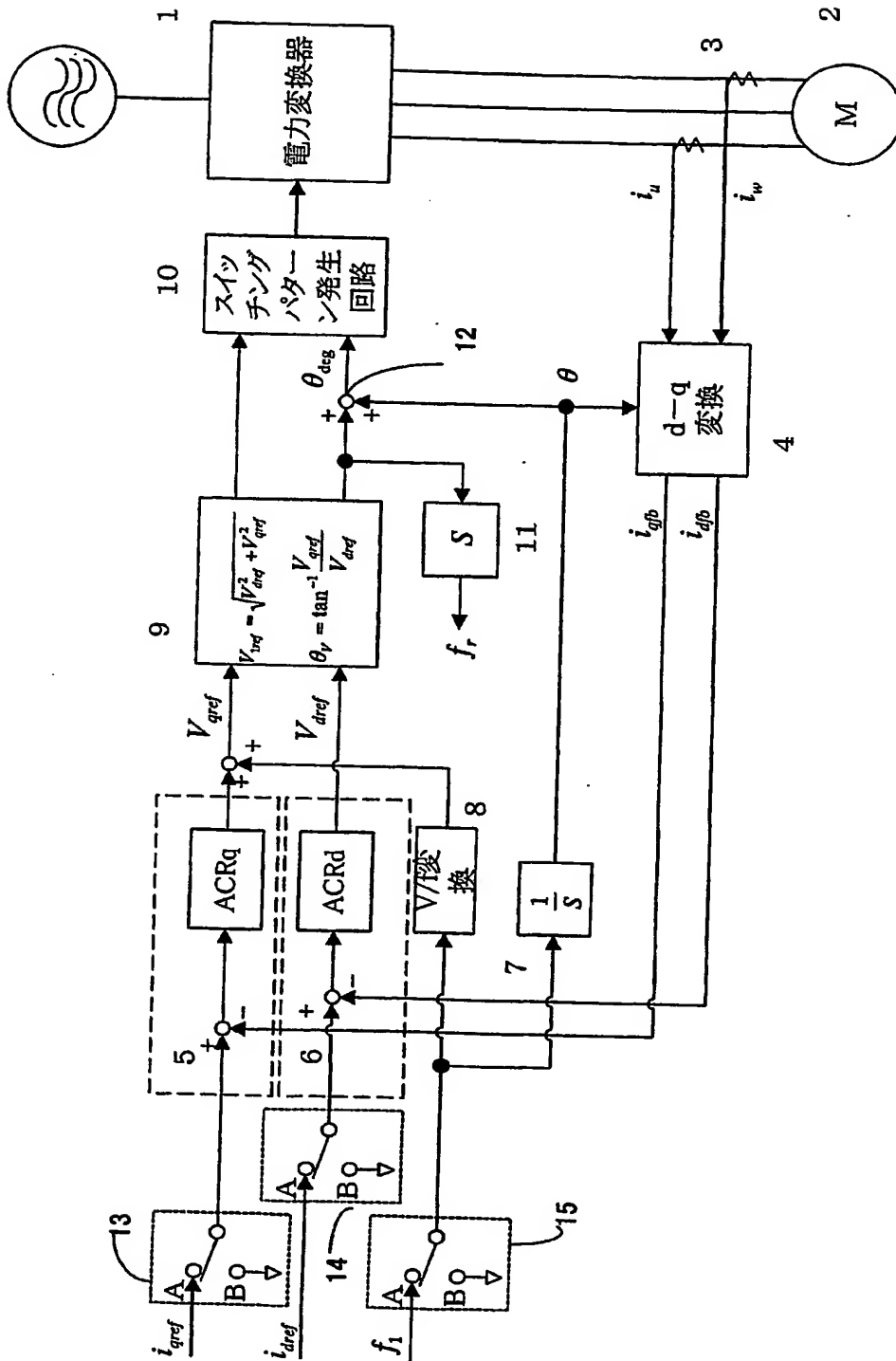
- 1 電力変換器
- 2 交流電動機
- 3 電流検出器
- 4 電流座標変換回路
- 5 トルク電流制御回路
- 6 励磁電流制御回路
- 7 位相演算回路

- 8 V/f 変換回路
- 9 出力電圧演算回路
- 10 スイッチングパターン発生回路
- 11 速度推定回路 (第1の形態)
- 11B 速度推定回路 (第2の形態)
- 12 加算器
- 13 スイッチ1
- 14 スイッチ2
- 15 スイッチ3
- 16 スイッチ4

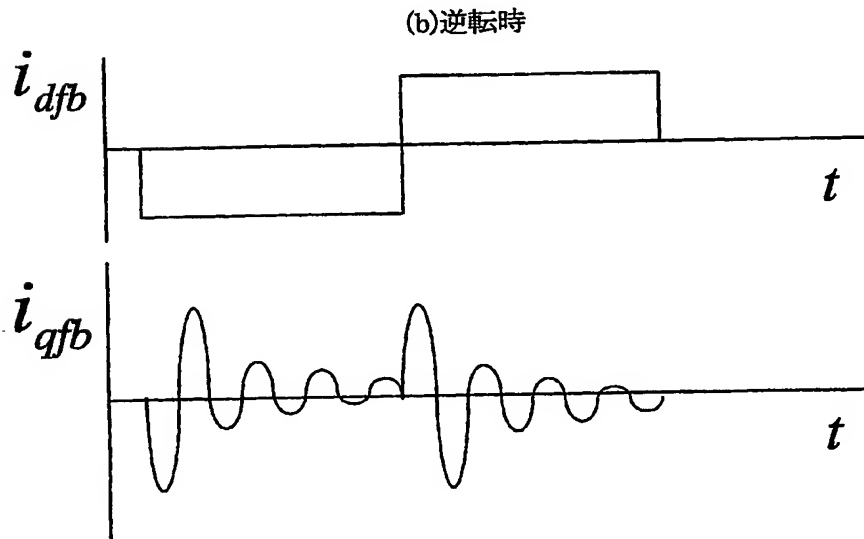
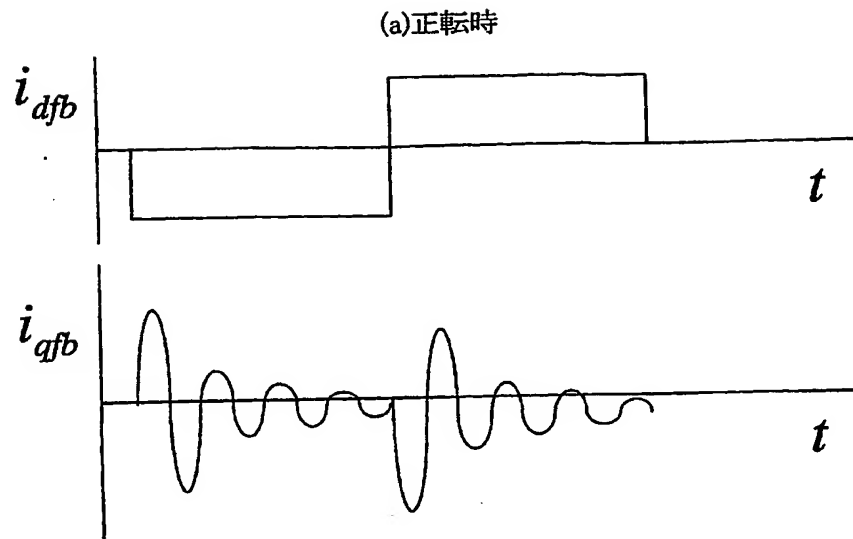
【書類名】

図面

【図1】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 交流電動機が高速でフリーランしている場合にスムーズに運転継続する

。

【解決手段】 交流電動機がフリーラン状態にある場合に、交流電動機の電流をゼロにするように強制的に電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の電流制御部出力を用いて、演算する出力電圧指令信号を基に、交流電動機の残留電圧の大きさと位相および角速度を求め、フリーラン状態の交流電動機の回転方向及び速度を推定する速度検出器と電圧検出器の両方の検出器を備えない交流電動機のセンサレス制御方法において、交流電動機の電流をゼロにする処理を行う時は、通常制御時よりも電流制御の処理のスキャン時間を短くすることを特徴とする交流電動機のセンサレス制御方法。

【選択図】 図 1

特願 2003-121733

出願人履歴情報

識別番号

[000006622]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1990年 8月30日

新規登録

福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346番地

株式会社安川電機製作所

2. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1991年 9月27日

名称変更

住所変更

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機